

УДК 338.46:621.31

О. О. Трофименко,

аспірант, КПП, факультет менеджменту та маркетингу, кафедра теоретичної та прикладної економіки

## СВІТОВІ ТЕНДЕНЦІЇ ЗАСТОСУВАННЯ ТА ВИРОБНИЦТВА ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

**Анотація.** Стаття присвячена аналізу проблем формування теоретико-методичних основ створення системи енергопостачання на базі нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії. В роботі проаналізовано світові тенденції застосування та виробництва електроенергії з використанням відновлюваних джерел енергії.

**Summary.** The problems of theoretical and methodological foundations of a system of energy based on alternative and renewable energy sources are analyzed in the article. The global trends of use and production of electricity using renewable energy sources are explored.

**Ключові слова.** Система енергопостачання, нетрадиційні відновлювальні джерела енергії, екологічна оцінка.

**Key words.** The system of energy supply, alternative renewable energy sources, environmental assessment.

**Вступ.** З кожним роком в багатьох країнах світу все гостріше постає проблема забезпечення різними видами енергії. Основними причинами такого становища є нестача та вичерпність традиційних енергоносіїв (вугілля, нафти та природного газу). Вирішити енергетичну проблему можна або раціонально використовуючи наявні природні енергоносії, тобто проводити енерго- та ресурсозберігаючу політику, або застосовувати нові нетрадиційні та відновлювані джерела енергії.

**Актуальність.** Привабливість та актуальність застосування відновлювальних джерел енергії зумовлюється, крім великих запасів відновлюваних джерел енергії, ще і цілим рядом інших причин (невичерпність запасів через постійну відновлюваність, відносна простота перетворення та екологічна чистота). Особливу гостроту цей напрямок набуває в Україні, яка характеризується обмеженими запасами енергоносіїв.

В таких умовах особливого значення набуває використання нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії (енергії сонця, біомаси, тепла землі, вітру та інших видів). Вони дозволять суттєво поповнити енергобаланс, як окремих регіонів, так і держави в цілому. Таким чином потрібно створювати принципово нову систему енергопостачання, яка дає змогу народногосподарським об'єктам отримати значну енергетичну незалежність свого розвитку.

**Постановка проблеми.** Дослідження проблем нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії має свої особливості, а основні публікації приділяють увагу саме екологічним перевагам такого використання. Серед провідних вчених в галузі еколого-економічних та соціологічних досліджень – П. П. Борщевський, С. І. Дорогунцов, Б. М. Данилишин, Я. В. Коваль, В. С. Міщенко, А. М. Паламарчук, В. Т. Сахаєв, А. М. Федорищева. В галузі економіки енергетики та екології відновлюваних джерел енергії: Ю. С. Васильєв, Б. З. Піріашвілі, Я. Д. Хакімов, Н. І. Хрісанов, А. К. Шидловський та інші [1–8]. Однак, в цих роботах подаються загальні напрямки використання відновлювальних джерел енергії, а питання їх застосування та виробництва, а також сучасні тенденції, що панують в світі залишаються недостатньо відображеними.

**Мета дослідження.** Саме тому, метою дослідження є обґрунтування напрямків використання нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії, як системи, висвітлення основних світових тенденцій.

**Методи дослідження.** Дослідження базується на систематизації статистичної та теоретичної бази шляхом ідентифікації складових, їхньої класифікації та групування, оцінки термінологічної відповідності елементів та їхньої взаємодії.

**Результати дослідження.** У цілому використання нетрадиційних відновлювальних джерел енергії (НВДЕ) в світі набуло відчутних масштабів і стійку тенденцію до зростання. У деяких країнах частка нетрадиційних джерел в енергобалансі становить одиниці відсотків. За різними прогностичними оцінками ця частка до 2010-2015 рр. у багатьох державах досягне або перевершить 10%. Дискусійним залишається тільки темп зростання даного показника, але сам факт зростання не піддається сумніву.

Поняття відновлювальної або регенеративної енергії передбачає той вид енергії, який можна використовувати нескінченно, і джерело цієї енергії ніколи не вичерпається в межах існування людства.

До подібних джерел належить енергія природних ресурсів – вітру, води, сонця та тепла. Крім того, ці джерела енергії не здійснюють шкідливого впливу на

навколишнє середовище, тобто при їх використанні не утворюється вуглекислий газ або радіоактивні відходи, які можуть забруднити атмосферу, воду, ґрунт і тим самим завдати збитків природі.

Енергія, що утворюється від цих джерел, нескінченна і тому її знаходять все більше застосування в технічних аспектах діяльності людини. Слід зазначити, що відновлювана енергія не порушує законів фізики про виникнення енергії – вона постійно поповнюється самими ж джерелами.

До НВДЕ зазвичай відносять сонячну, вітрову та геотермальну енергію, енергію морських припливів і хвиль, біомаси (рослини, різні види органічних відходів), низькопотенційну енергію навколишнього середовища. Також до НВДЕ також прийнято відносити малі ГЕС (потужністю до 30 МВт при потужності одиничного агрегату не більше 10 МВт), які відрізняються від традиційних – більших – ГЕС тільки масштабом.

Різні види НВДЕ знаходяться на різних стадіях освоєння. Як це не парадоксально, найбільше застосування отримав найбільш мінливий і непостійний вид енергії – вітер. Сумарна світова встановлена потужність великих ВЕУ і ВЕС, за різними оцінками, становить від 10 до 20 ГВт. Подібний парадокс пояснюється тим, що питомі капіталовкладення у ВЕУ нижче, ніж при використанні більшості інших видів НВДЕ. Зростає не тільки сумарна потужність вітряних установок, а й їх одинична потужність, що перевищила 1 МВт.

У багатьох країнах виникла нова галузь – вітроенергетичне машинобудування. Мабуть, і в найближчій перспективі вітроенергетика зберігатиме свої передові позиції. Світовими лідерами із застосування енергії вітру є США, Німеччина, Нідерланди, Данія, Індія.

Друге місце за обсягом застосування займає геотермальна енергетика. Сумарна світова потужність ГеоТЕС становить не менше 6 ГВт. Вони цілком конкурентоздатні в порівнянні з традиційними паливними електростанціями. Однак, ГеоТЕС географічно прив'язані до родовищ парогідротерм або до термоаномалій, які не є дуже поширені, що обмежує область застосування геотермальних установок. Поряд з ГеоТЕС, широке розповсюдження набули системи геотермального теплостачання [4].

Наступне місце займає сонячна енергія. Вона використовується в основному для виробництва низько потенційного тепла для комунально-побутового гарячого водопостачання та теплостачання. Переважним видом обладнання тут є так звані плоскі сонячні колектори. Їх загальносвітлове виробництво становить не менше 2 млн. м<sup>2</sup> на рік, а вироблення низькопотенційного тепла за рахунок сонячної енергії досягає 5х10<sup>6</sup> Гкал.

У світі активізується процес перетворення сонячної енергії в електроенергію. Тут використовуються два методи – термодинамічний та фотоелектричний, причому останній лідирує з великим відривом. Так, сумарна світова потужність автономних фотоелектричних установок досягла 500 МВт. Тут слід згадати проект «Тисяча дахів», реалізований в Німеччині, де 2250 будинків були обладнані фотоелектричними установками. При цьому роль резервного джерела грає електромережа, з якої відшкодовується нестача енергії. У випадку ж надлишку енергії вона, у свою чергу, передається в мережу. Цікаво, що при реалізації цього проекту до 70% вартості установок оплачувалося з федерального і земельного бюджетів. У США прийнята ще більш масштабна програма «Мільйон сонячних дахів», розрахована до 2010 р. Витрати федерального бюджету на її реалізацію складуть 6,3 млрд. доларів. Однак поки основна кількість автономних фотоелектричних установок надходить за рахунок міжнародної фінансової підтримки в країни, що розвиваються, де вони найбільш потрібні.

Значний розвиток отримав напрямок, пов'язаний з використанням низькопотенційного тепла навколишнього середовища (води, ґрунту, повітря) з допомогою теплонасосних установок (ТНУ). У ТНУ при витраті одиниці електричної енергії виробляється 3-4 еквівалентні одиниці теплової енергії, отже, їх застосування в кілька разів вигідніше, ніж прямий електричний нагрів. Вони успішно конкурують і з паливними установками.

Не менш інтенсивно розвивається використання енергії біомаси. Остання може конвертуватися в технічно зручні види палива або використовувати для отримання енергії шляхом термохімічної (спалювання, піроліз, газифікація) і (або) біологічної конверсії. При цьому використовуються деревні та інші рослинні, а також органічні відходи, у тому числі миське сміття, відходи тваринництва та птахівництва. При біологічній конверсії кінцевими продуктами є біогаз і високоякісні екологічно чисті добрива. Цей напрямок має значення не тільки з точки зору виробництва енергії. Мабуть, ще більшу цінність вона становить з позицій екології, так як вирішує проблему утилізації шкідливих відходів.

В останні роки спостерігається відродження інтересу до створення та використання малих ГЕС. Вони отримують у багатьох країнах все більше поширення на новій, більш високій технічній основі, пов'язаній, зокрема, з повною автоматизацією їх роботи при дистанційному управлінні.

Набагато менш розвинене практичне застосування припливної енергії. У світі існує тільки одна велика приливна електростанція (ПЕС) потужністю 240 МВт (Ранс, Франція). Ще менш розвинене використання енергії морських хвиль. Цей спосіб використання НВДЕ знаходиться на стадії початкового експериментування [5].

Швидке зростання вітроенергетики, незважаючи на фінансову кризу і економічний спад, свідчить про привабливість технології, зокрема екологічною чистотою, надійністю та швидкістю монтажу. Вітрова енергетика стала потужною технологією, на якій зупиняють свій вибір все більше число країн по всьому світу.

За даними Глобального Ради з Вітроенергетики (The Global Wind Energy Council, GWEC), сумарна енергія, яку отримують за допомогою вітру в 2009 році зросла на 31%, в абсолютному вираженні збільшилася на 37,5 ГВт і досягла 157,9 ГВт. Третина всього зростання відбулося за рахунок Китаю, який закінчив ще один рік з показником зростання у 100% в даній сфері. Основними ринками, що забезпечили таке значне зростання стали Азія, США і Європа, кожна з яких ввела в експлуатацію більше 10ГВт [3].

У 2009 р. Китай був найбільшим у світі ринком більш ніж подвоївши власні вітрогенеруючі потужності з 12,1 ГВт у 2008 р. до 25,1 ГВт на кінець 2009 р. з новими доповненнями потужностями в 13 ГВт. На думку Лі Джунфенга, генерального секретаря Асоціації Корпорацій Китайської поновлюваної енергії, китайський уряд серйозно розуміє відповідальність за зменшення викидів CO<sub>2</sub> у процесі забезпечення енергією своєї зростаючої економіки та докладє серйозних зусиль для розробки величезних ресурсів вітру в країні. З урахуванням нинішніх темпів зростання, можна чекаги, що навіть неофіційна мета в 150 ГВт буде досягнута задовго до 2020 р.

Іншою країною, яка наростила потужність на 1270 МВт є Індія, а також спостерігається деякий невеликий приріст у Японії, Південній Кореї і на Тайвані, що перетворив Азію в найбільший регіональний ринок вітряної енергії в 2009 році, з більш ніж 14 ГВт нових потужностей [6].

У США в 2009 р. було запущено майже 10 ГВт потужності, збільшення встановленої потужності в країні склало 39%, а загальні встановлені, підключені до мереж потужності склали 35 ГВт. На початку 2009 р., деякі аналітики передбачали падіння розвитку вітрової енергетики на 50%, однак завдяки американському закону про відновлення і реінвестування (American Recovery and Reinvestment Act) з його акцентом на розвиток вітрової енергії, влітку вдалося нейтралізувати цю тенденцію.

У Європі, яка традиційно є найбільшим у світі ринком з розвитку вітрової енергетики, спостерігалось також стрімке зростання. У 2009 р. в Європі було запущено 10,5 ГВт потужності, лідером стала Іспанія (2,5 ГВт) і Німеччина (1,9 ГВт). Італія, Франція і Великобританія також додали до більше 1 ГВт нових

потужностей вітряної енергії кожна.

Енергія вітру складала 39% всіх нових потужностей введених в 2009 р., друге і третє місце посіли газ (26%) і сонячні батареї (16%). Європа в 2009 р. вивела з експлуатації більше вугільних і атомних потужностей, ніж ввела. На всі технології відновлюваної енергії, разом узяті, припадає 61% від загального числа введених потужностей у 2009 р.

Інвестиції в нові європейські вітряні електростанції в 2009 р. досягли € 13 млрд., у тому числі € 1,5 млрд. в енергію вітру, що видобувається в морі. 10163 МВт така потужність була введена сумарно у всіх країнах Європейського союзу – що на 23% більше в порівнянні з потужністю, введеною в 2008 р. Введена наземна потужність складає 9581 МВт (на 21% більше рівня минулого року) і 582 МВт – потужності встановлені у відкритому морі (на 56% більше ніж у минулому році).

Енергія вітру, поряд з іншими поновлюваними джерелами енергії та перехід з вугілля на газ, дають масові скорочення європейських викидів вуглецю, при створенні такої необхідної економічної діяльності та нових робочих місць для громадян Європи. Загальна потужність, що виробляється енергією вітру в Європейському Союзі, в даний час досягла 74767 МВт, у порівнянні з 64719 МВт до кінця 2008 року. Лідире Німеччина з найбільшою кількістю встановленої потужності, за нею слідують Іспанія, Італія, Франція і Великобританія [7, 8].

Ситуація з вітроенергетикою в Україні, за даними дослідження, підготовленого Українською вітроенергетичною асоціацією (УВЕА), позитивна, проте потребує більшого зростання. В Україні сформувався повноцінний (хоча поки ще слабкий у порівнянні з європейськими) ринок малої вітроенергетики. За роки незалежності в Україні встановлено близько 1170 вітроагрегатів потужністю до 10 кВт. За результатами проведеного моніторингу сумарна встановлена потужність працюючих в країні вітроустановок сягає 1200 кВт.

В Росії та Україні практичне застосування НВДЕ значно відстає від масштабів, досягнутих в інших країнах. І це незважаючи на такі сприятливі передумови, як практично необмежені ресурси НВДЕ, достатньо високий науково-технічний і промисловий потенціал у цій галузі [1, 2].

Електроенергія являє собою дуже специфічний вид продукції, який повинен бути спожитий у той же момент, що і виготовлений. Її не можна складувати чи зберігати, як вугілля, нафту або будь-який інший продукт чи товар, оскільки фундаментальна науково-технічна проблема акумулювання електроенергії у великих кількостях поки не вирішена, і немає підстав вважати, що вона буде вирішена в найближчому майбутньому.

Для малих автономних вітрових та сонячних енергоустановок можливе і доцільне застосування електрохімічних акумуляторів, але при виробництві електроенергії за рахунок цих нерегульованих джерел у промислових масштабах виникають труднощі, пов'язані з неможливістю постійного сполучення виробництва електроенергії з її споживанням (з графіком навантаження). Досить потужна енергосистема, яка включає також вітроелектричні установки (ВЕУ) або вітроелектростанції (ВЕС) та сонячні електростанції (СЕС), може компенсувати зміни потужності цих станцій. Однак при цьому, щоб уникнути змін параметрів енергосистеми (перш за все частоти), частка нерегульованих електростанцій не повинна перевищувати, за попередньою оцінкою, 10-15% (потужності).

Нетрадиційні відновлювані джерела енергії мають як позитивні, так і негативні властивості. До позитивних належать повсюдна поширеність більшості їх видів, екологічна чистота. Експлуатаційні витрати з використання нетрадиційних джерел не містять паливної складової, так як енергія цих джерел практично безкоштовна.

Негативні якості – це мала щільність потоку (питома потужність) і мінливість у часі більшості НВДЕ. Перша обставина змушує створювати великі площі енергоустановок, що «перехоплюють» потік використовуваної енергії (приймальні поверхні сонячних установок, площа вітроколеса, протяжні греблі приливних електростанцій тощо). Це призводить до великої матеріаломісткості подібних пристроїв, а, отже, до збільшення питомих капіталовкладень у порівнянні з традиційними енергоустановками. Правда, підвищені капіталовкладення згодом окупаються за рахунок низьких експлуатаційних витрат, але на початковій стадії вони потребують значних інвестицій для використання НВДЕ.

Більше складним є мінливість у часі таких джерел енергії, як сонячне випромінювання, вітер, припливи, стік малих річок, тепло навколишнього середовища. Якщо, наприклад, зміна енергії припливів суворо циклічна, то процес надходження сонячної енергії, хоча в цілому і закономірний, містить, тим не менш, значний елемент випадковості, пов'язаний з погодними умовами. Ще більш мінлива і непередбачувана енергія вітру. Зате геотермальні установки при незмінному геотермальному флюїду в свердловинах гарантують постійне вироблення енергії (електричної або теплової). Крім того, стабільне виробництво енергії можуть забезпечити установки, що використовують біомасу, якщо вони забезпечуються необхідною кількістю цієї «енергетичної сировини».

Більшість видів НВДЕ вважається безкоштовними, що не зовсім відповідає дійсності, оскільки цей фактор нівелюється значними витратами на придбання відповідного обладнання. У результаті виникає певний парадокс, який полягає в тому, що безкоштовну енергію здатні використовувати, головним чином, багаті країни. У той же час найбільш зацікавлені в експлуатації НВДЕ держави, що розвиваються, не мають сучасної енергетичної інфраструктури, тобто розвинутої мережі централізованого енергопостачання. Для них створення автономного енергозабезпечення шляхом застосування нетрадиційних джерел могло б стати вирішенням проблеми, але в силу своєї бідності вони не мають коштів на закупівлю в достатній кількості відповідного обладнання. Багаті ж країни енергетичного голоду не відчують і виявляють інтерес до альтернативної енергетики в основному з міркувань екології, енергозбереження та диверсифікації джерел енергії.

Окрім стрімкого зростання для відновлювальної енергетики характерне також коло проблем розвитку, до яких відносяться такі.

- Використання енергії вітру. У провінціях Цзянсу, Хебей, Ганьсу, Автономному районі Внутрішня Монголія створюються бази вітрової енергетики потужністю понад 10 млн кВт кожна. За початковим варіантом плану передбачалося, що в 2010 р. сумарна встановлена потужність перевищить 20 млн кВт, а в 2020 р. - 30 млн кВт. В кінці 2008 р. вона складала 12,2 млн кВт. Китайська промисловість в основному освоїла виробництво агрегатів потужністю до 1,5 мВт. Західні компанії, прагнучи зберегти своє монополіне становище, відмовляються вивозити технології з виробництва установок потужністю більше 2,5 мВт і не створюють в Китаї спільних підприємств.
- Використання сонячної енергії. У 2008 р. виробництво полікристалічного кремнію в Китаї перевищило 6 тис. т, виробництво фотоелектричних елементів - 2 млн кВт, або 15% світового виробництва. Китай є світовим лідером з виробництва та використання сонячних водонагрівачів. Глобальна криза з другої половини 2008 р. важко відбився на цій галузі: знизилася число замовлень, впали ціни на полікристалічний кремній. Проте урядова антикризова програма, спрямована на стимулювання внутрішнього попиту, сприяє поживленню ринку і подоланню наслідків кризи. У березні 2009 р. Міністерство фінансів і Міністерство житлового міського та сільського будівництва КНР прийняли рішення про часткове надання дотацій на використання фотоелектричної енергії в будівельній індустрії. Оскільки на частку цієї галузі припадає 40-50% всієї споживаної в країні енергії, перехід на відновлювану енергію рівнозначний споживанню додаткових 300-500 млн. т вугілля. Широкомасштабне поширення «зеленого будівництва» може стати важливим двигуном зростання китайської економіки. У липні 2009 р. Міністерство фінансів, Міністерство науки і техніки та Державне енергетичне управління КНР дали старт програмі «Золоте сонце», що передбачає надання фінансової, науково-технічної та ринкової підтримки фотоелектричної енергетиці. Планується протягом двох-трьох років

фінансово сприяти створенню демонстраційних об'єктів потужністю не менше 500 мВт.

- Використання біопалива. В кінці 2007 р. в Китаї налічувалося 87 об'єктів, які використовують біопаливо для виробництва електроенергії, з сумарною встановленою потужністю 2,2 млн кВт. Китай має в своєму розпорядженні великі ресурси сировини для такого виробництва. Розвиток його особливо значимо для вирішення енергетичних проблем сільських і окраїнних районів. Проте собівартість одержуваної таким шляхом енергії поки що занадто велика і не здатна конкурувати в мережах з електроенергією, що отримується з інших джерел.

#### Висновки.

Проведене дослідження показало, що досвід використання нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії доводить їх велику перспективність для задоволення енергетичних потреб народного господарства країни.

Потенційні ресурси поновлюваних джерел енергії становлять істотну частку потреб людства в енергетиці. Світове споживання цих джерел на сьогоднішній день складає лише мізерну частку. Це пояснюється в першу чергу тим, що в силу низької концентрації НВДЕ та їх нерівномірного розподілу по поверхні Землі питомі витрати на одиницю потужності і вартість енергії при сучасних технологіях дуже великі, не можуть конкурувати з традиційними джерелами енергії.

Дефіцит енергоресурсів в Україні потребує їх раціонального використання, запровадження енергозберігаючих технологій та сприяє розвитку нетрадиційної енергетики. Її значення збільшується з ростом ціни на традиційне паливо та із загостренням екологічних проблем, що пов'язані з експлуатацією традиційних електростанцій. Загалом очевидно, що в Україні розвиток нетрадиційної енергетики гальмується через наявність кризових явищ та незадовільний стан економіки. Особливу тривогу викликає скорочення обсягів НДДКР у сфері НВДЕ через різке зниження їх фінансування.

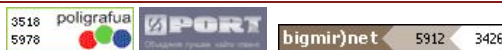
Встановлено, що в даний час іде процес трансформації від системи централізованого енергопостачання до системи децентралізованого енергопостачання. Найбільшою мірою цьому сприятиме використання нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії.

Для ефективнішого використання відновлюваних джерел енергії необхідно створювати нові системи енергопостачання, що будуть враховувати, як особливості самого джерела енергії, так і специфіку споживачів такої енергії.

#### Перелік посилань.

1. Исследование и разработка систем энергоснабжения с использованием возобновляемых источников энергии // Объединенный институт высоких температур РАН. М., 2007.
2. Возобновляемые источники энергии // План внедрения и продвижения технологий на период до 2020 года // EREC, Renewable Energy House, Brussels, 2007.
3. Бергер Я.М. О достоверности экономического роста Китая и «китайской угрозе». – Проблемы Дальнего Востока. - №6. – 2002. – С. 40–55.
4. Будзак В.М. Становлення вітроенергетики України // Економіка України. – 1999. – №3. – С. 84—86.
5. Тарнижевский Б., Нетрадиционные возобновляемые источники энергии: вчера, сегодня, завтра. – Режим доступа: <http://solar-battery.narod.ru/altenerg2.htm>
6. Шпильрайн Э.Э. Проблемы и перспективы возобновляемой энергии в России // Объединенный институт высоких температур РАН. М. 2002.
7. Матеріали сайту: <http://www.en-save.ru>
8. Матеріали сайту: <http://eizvestia.com>

*Стаття надійшла до редакції 05.10.2010 р.*



ТОВ "ДКС Центр"